

낮은 정전용량을 가진 실리콘 광학벤치를 제작하기 위한 적층구조 방법 Multi-layer Structure Method for Manufacturing SiOB with Low Capacitance

김유식, 이중희, 박문규, 장동훈, 김태일
삼성전자 통신연구소 광부품 Lab.
physis@samsung.com

Abstract

As the demand for high frequency(bandwidth) optical module is increased, there is a need for fabricating silicon optical bench(SiOB) with low parasitic impedance. In this paper, we discuss multi-layer structure method for manufacturing SiOB with low capacitance. This structure method decreases the capacitance between the conductive patterns for about 94~97% compared to the conventional structure without raising the resistivity of silicon, or increasing the thickness of the dielectric film.

1. 서론

초고주파용 광모듈의 요구가 증가하면서 낮은 기생 임피던스를 가진 실리콘 광학벤치의 필요성이 대두되어 오고 있다. 그중에 초고주파용 리시버에서는 낮은 정전용량을 가진 실리콘 광학벤치를 필요로 하는데, 이러한 낮은 정전용량을 가진 실리콘 광학벤치를 제작하기 위해서 다음과 같은 방법이 사용되고 있다. 실리콘의 저항을 높이거나, 유전막을 두껍게 올리거나, 금속패턴의 면적을 줄이는 방법이 사용되어 왔다. 그러나 상기 세 가지 방법 중 첫 번째로 실리콘의 저항을 높이는 방법은 실리콘 웨이퍼를 만드는 과정에서 고난이도의 기술로 인한 가격상승이 요구되고, 두 번째로 유전막의 두께를 두껍게 하는 방법은 열산화 증착법에 의해서 두께는 두껍게 올릴 수 있으나, 증착시간이 오래 걸리는 문제점이 있다. 마지막으로 금속패턴의 면적을 줄이는 방법이 있지만, 물리적 구조 문제로 인하여 면적을 줄이는 데에 한계가 따른다. 따라서 본 논문에서는 낮은 정전용량을 가진 초고주파용 실리콘 광학벤치를 간단한 방법에 의해서 제작하는 적층구조 방법에 대해서 기술하고자 한다.

2. 제작 방법 및 측정 결과

저항이 1000옴과 10000옴이 되는 각각 2장의 실리콘 웨이퍼 위에 저압 화학 기상 증착 방법을 이용하여 유전막으로 사용되는 SiNx를 0.3 μ m 증착시킨다. 이때, 유전율이 대략 1/2 낮은 SiO₂를 사용할 수도 있다. SiNx 증착 후에 포토레지스터를 사용하여 전극을 만들기 위한 리프트 오프 포토레지스터 패턴을 형성한다(그림1(a)). 금속 증착기를 사용해서 전극으로 사용할 금속을 올린 후 리프트 오프 공정을 사용하여 도선을 형성하고(그림1(b)), 그 상태에서 저항이 다른 실리콘 웨이퍼 1장씩을 도선을 마스크로 사용하여 도선과 도선사이의 SiNx를 건식 식각한다. 이때 도선과 도선사이의 SiNx뿐만 아니라 실

리큰 웨이퍼도 얇게 식각될 수 있다(그림1(c))⁽¹⁾. 건식식각으로 손상된 도선의 상층부분을 에칭용액을 사용하여 얇게 에칭을 한다. 위의 방법으로 실리콘 저항이 1000옴과 10000옴이면서도 도선과 도선 사이 SiNx가 건식 식각된 것과 되지 않은 네 종류의 실리콘 광학벤치를 얻을 수 있다. 여기서, 도선과 도선 사이가 건식 식각되지 않은 실리콘 광학벤치 제작방법이 일반적으로 사용되는 방법이다.

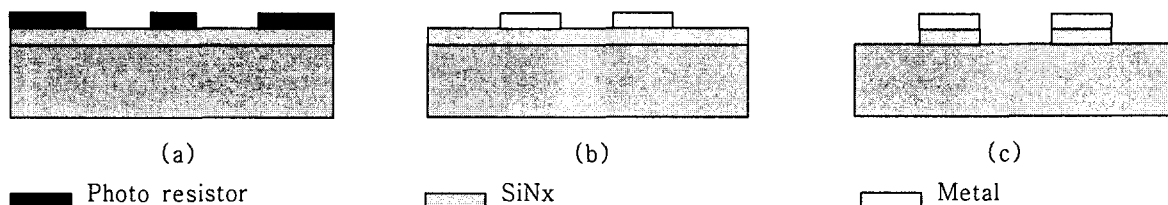
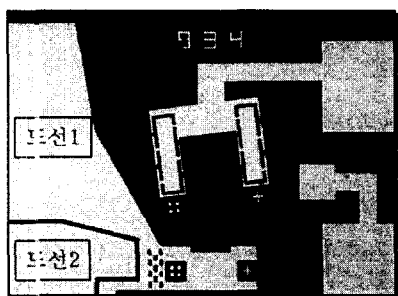


그림1. 낮은 기생 정전용량을 가진 실리콘 광학벤치를 제작하기 위한 적층구조 방법

KEITHLEY 590 CV Analyzer를 사용하여 위의 방법으로 제작된 실리콘 광학벤치의 도선1과 도선2 사이 정전용량을 측정해 보았다(표1). 이때, 도선1과 도선2 사이의 SiNx를 에칭하지 않은 실리콘 광학벤치에 대해서도 같은 방법으로 정전용량을 측정해 보았다.



	1000옴 실리콘에 형성된 도선사이의 정전용량(pF)	10000옴 실리콘에 형성된 도선사이의 정전용량(pF)
일반적인 제작방법	45	41
새로운 제작방법	2.8	1.1
기생 정전용량 감소율(%)	93.8	97.3

표1. KEITHLEY 590 CV Analyzer를 사용하여 측정한 기생 정전용량

3 결론

우과 같은 방법으로 제작된 실리콘 광학벤치의 정전용량을 측정해 본 결과, 표1에서 보는 바와 같이 정전용량이 대략 94~97%정도 감소하는 것을 볼 수가 있다. 이렇게 정전용량을 줄일 수 있는 것은 도선과 도선사이의 유전막을 없애므로 이 사이에서 생기는 기생 정전용량과 누수전류에 의해 생기는 저항을 없앨 수 있었기 때문이다. 이 방법을 사용하면 실리콘의 저항을 높이거나, 유전막을 두껍게 올리지 않아도 낮은 정전용량을 가진 실리콘 광학벤치를 만들 수 있다.

4. 참고문헌

- [1] P. Bhattacharya, "High-Q X-band and K-band micromachined spiral inductors for use in S-based integrated circuits", Silicon Monolithic Integrated Circuits in RF Systems 2000. Digest of Papers, p108-112 (2000)